

# **REKAYASA PEMBUATAN BIOETANOL BERBAHAN BAKU LIMBAH TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT PADA PERLAKUAN LAMA FERMENTASI DAN DOSIS RAGI DENGAN METODE HOT COMPRESSED-WATER TEMPERATUR 220 °C**

## **MAKING BIOETHANOL TECHNIQUE MADE FROM OIL EMPTY FRUIT TUBES IN TREATMENT OF YEAR FERMENTATION AND YEAR DOSAGE WITH HEAT TEMPERATURE COMPRESSION OF 220 °C METHOD**

**J Purnomo<sup>1a</sup>, Irianto<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Politeknik Negri Ketapang Program Studi Teknik Pertambangan, Indonesia.

<sup>a</sup>Korespondensi: Julian Purnomo, E-mail: [julyanpurnomo@gmail.com](mailto:julyanpurnomo@gmail.com)

(Diterima: 13-12-2019; Ditelaah: 15-12-2019; Disetujui: 12-03-2020)

### **ABSTRACT**

Nowadays, biofuels are increasingly developed in the form of bioethanol which is gained from cassava. As the time passes by, however, this solution raises another issue as the excessive use of biofuels may create a competition between the needs for fuel and food. Waste empty bunch of palm oil (WEBP) constitutes as a cellulose material which is quite potential to be developed as raw materials for ethanol. So far, the WEBP is available in large quantities and it seems that the WEBP remains underused. In fact, it contains a high concentration of cellulose (45%). For that reason, this research attempted to gather an optimal formula of yeast dosage and the length of fermentation in order to produce standardized and high quality ethanol. The quality standards covered ethanol level (SNI17390:2008), methanol level (SNI7390:2008), acidity as CH<sub>3</sub>COOH (SNI7390:2008), pHe (SNI7390:2008, and appearance (visual observation) (SNI7390:2008). Therefore, they could be used to suffice alternative energy needs which were renewable and environmentally friendly. In detail, the present research aimed at identifying 1) the effect of the fermentation length, 2) understanding the effect of added dosage of the yeast, and 3) identifying the interaction between the fermentation length treatment and the treatment of added dosage of yeast. Results of the discussion indicated that the length of fermentation treatment had a significant effect as the longer the fermentation, the higher the ethanol level value. In addition, the ethanol level tended to increase, the sugar level tended to decline, and the pH value seemed to fall.

**Keywords:** Bioethanol, empty fruit bunch, palm oil.

### **ABSTRAK**

Saat ini, banyak dikembangkan bahan bakar nabati berupa bioetanol yang berasal dari singkong. Namun seiring berjalannya waktu ternyata solusi tersebut menimbulkan masalah, karena dikhawatirkan akan terjadi persaingan antara kebutuhan bahan bakar dan bahan pangan. Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan bahan berselulosa yang cukup potensial dikembangkan sebagai bahan baku bioetanol. TKKS tersedia cukup melimpah dan selama ini kurang dimanfaatkan secara optimal selain itu juga kandungan selulosanya cukup tinggi (45%). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan formulasi dosis ragi yang optimum dan lama fermentasi yang baik agar dapat menghasilkan bioetanol sesuai standar mutu diantaranya: kadar etanol (SNI7390:2008), kadar methanol (SNI7390:2008), keasaman

sebagai  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (SNI7390:2008), pHe (SNI7390:2008), dan tampilan (pengamatan visual) (SNI7390:2008), sehingga dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi alternatif yang bersifat terbarukan dan ramah lingkungan. Tujuan lebih rinci dari penelitian ini, diantaranya : (1) mengetahui pengaruh perlakuan lama fermentasi, (2) mengetahui pengaruh perlakuan dosis ragi yang ditambahkan, dan (3) mengetahui interaksi antara pengaruh perlakuan lama fermentasi dengan pengaruh perlakuan dosis ragi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan lama fermentasi memberikan pengaruh yang signifikan, dimana semakin lama perlakuan fermentasi kadar nilai kadar etanol cenderung semakin meningkat, nilai kadar gula cenderung menurun, dan nilai pH menurun.

Kata Kunci : *Bioetanol, tandan kosong, kelapa, sawit.*

---

Purnomo. J., & Irianto. (2020). Rekayasa Pembuatan Bioetanol Berbahan Baku Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Pada Perlakuan Lama Fermentasi dan Dosis Ragi Dengan Metode Hot Comperessed Water Temperatur 220 °C. *Jurnal Pertanian*, 11(1) 15-20.

---

## PENDAHULUAN

Saat ini, banyak dikembangkan bahan bakar nabati berupa bioetanol yang berasal dari singkong. Namun seiring berjalannya waktu ternyata solusi tersebut menimbulkan masalah. Bioetanol mengundang pro dan kontra karena bioetanol tersebut berbahan baku bahan pangan (singkong) dikhawatirkan akan terjadi persaingan antara kebutuhan bahan bakar dan bahan pangan. Maka dari itu perlu dikembangkan bahan bakar alternatif sumber bioetanol dari bahan non-pangan agar kepentingannya tidak bertolak belakang dengan kebutuhan pangan. Selain bahan berpati, bahan lain yang juga tepat untuk pembuatan bioetanol adalah bahan berselulosa TKKS tersedia cukup melimpah dan selama ini kurang dimanfaatkan secara optimal selain itu juga kandungan selulosanya cukup tinggi (45%).

Bioetanol dapat diperoleh melalui konversi biomasa seperti sereal, umbi akar dan molase dengan menggunakan teknologi fermentasi dan oleh aktivitas mikroba. Saat ini sedang ditingkatkan penelitian untuk mencapai mikroba fermentasi yang efisien, substrat dengan harga murah dan kondisi yang optimum untuk fermentasi. Beberapa manfaat yang diperoleh dari bioetanol yaitu : (1) sebagai bahan baku dalam pembuatan senyawa-senyawa organik misalnya asam asetat, eter dan kloroform, (2) pelarut dalam pembuatan pernis dan sebagai pelarut bahan organik lainnya seperti minyak wangi, (3) bahan bakar setelah didenaturasikan terlebih dahulu, dan (4) salah satu komponen dalam kosmetik (Restiani, 2005).

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan formulasi dosis ragi yang optimum dan lama fermentasi yang baik agar dapat menghasilkan bioetanol sesuai standar mutu diantaranya: kadar etanol, pHe, kadar gula dan tampilan (pengamatan visual), sehingga dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi alternatif yang bersifat terbarukan dan ramah lingkungan. Tujuan lebih rinci dari penelitian ini, diantaranya : (1) mengetahui pengaruh perlakuan lama fermentasi, (2) mengetahui pengaruh perlakuan dosis ragi yang ditambahkan, dan (3) mengetahui interaksi antara pengaruh perlakuan lama fermentasi dengan pengaruh perlakuan dosis ragi.

## MATERIALS AND METHODS

### Lokasi dan Waktu

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Rekayasa Jurusan Teknologi Pertanian Politeknik Ketapang,

### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu : alat penghancur tandan kosong kelapa sawit, tangki hidrolisa yang dilengkapi pengaduk, koil pemanas dan termostat serta tangki fermentasi dengan *fermentor lock*, selang, erlenmeyer dan *aerator*, alat analisis HPLC/GC, autoklaf, kertas (NPK dan Urea) dan beberapa reagen untuk analisis, aquades, ammonium sulfat, ammonium karbonat, ammonium dihidrogen fosfat, kalium dihidrogen fosfat, larutan serik nitrat, magnesium sulfat, HCl,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , *fermip aquadest*, NaOH, DNS, dan KOH.

## Rancangan Penelitian

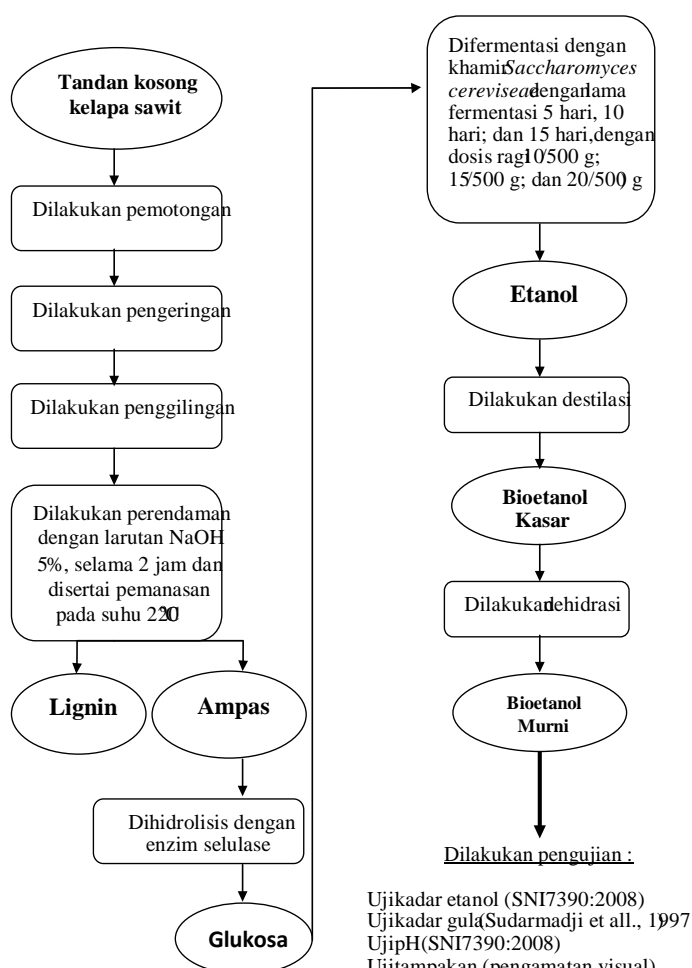
Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental faktorial dengan rancangan percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan lama fermentasi (P) : P1=5 hari, P2=10 hari, dan P3=15 hari. Perlakuan dosis ragi (L) : L1 = 10/500 g, L2 = 15/500 g, dan L3 = 20/500 g. Untuk menganalisis data hasil pengamatan, dilakukan *analisis of varians* (ANOVA) model analisis, sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_k + AB_{ik} + \epsilon_{ijk}$$

Dimana :

- Y<sub>ijk</sub> =  $\mu$  Nilai pengamatan.  
= Nilai tengah populasi.  
A<sub>i</sub> = Pengaruh perlakuan lama fermentasi pada taraf ke-i.  
B<sub>k</sub> = Pengaruh perlakuan dosis ragi pada taraf ke-k.  
AB<sub>ik</sub> = Pengaruh interaksi lama fermentasi pada taraf ke-i dengan dosis ragi pada taraf ke-k.  
 $\epsilon_{ijk}$  = Pengaruh galat percobaan lama fermentasi pada taraf ke-i, dosis ragi pada taraf ke-k ulangan ke j, dimana : i = 1, 2, 3, 4, 5....a; j = 1, 2, ....u; dan k = 1, 2, 3, 4 ....b.

## Prosedur penelitian



## Variabel Penelitian

Variabel yang diamati dalam penelitian diantaranya kadar etanol (SNI7390:2008), kadar gula (Sudarmadji *et al.*, 1997), pH (SNI7390:2008), dan tampakan (pengamatan visual).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam pengaruh perlakuan lama fermentasi (P) dan perlakuan dosis ragi (L), serta interaksi antara keduanya (P x L) terhadap nilai kadar etanol, kadar gula, nilai pH dan penampakan secara visual.

Tabel 1. Hasil Analisis Ragam

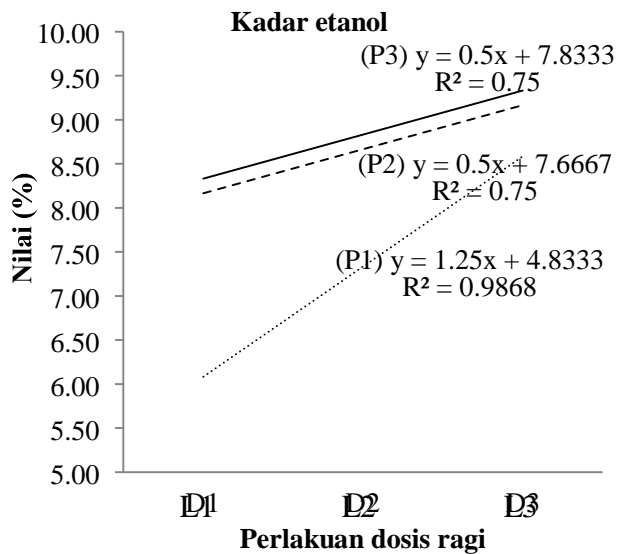
No	Variabel	Perlakuan P x L
1	Kadar etanol	**
2	Kadar gula	**
3	Nilai pH	tn
4	Penampakan secara visual	tn

Keterangan : P = Perlakuan lama fermentasi, L = Perlakuan dosis ragi, Interaksi antara keduanya (P x L), \*\* = Berpengaruh sangat nyata, tn = Berpengaruh tidak nyata

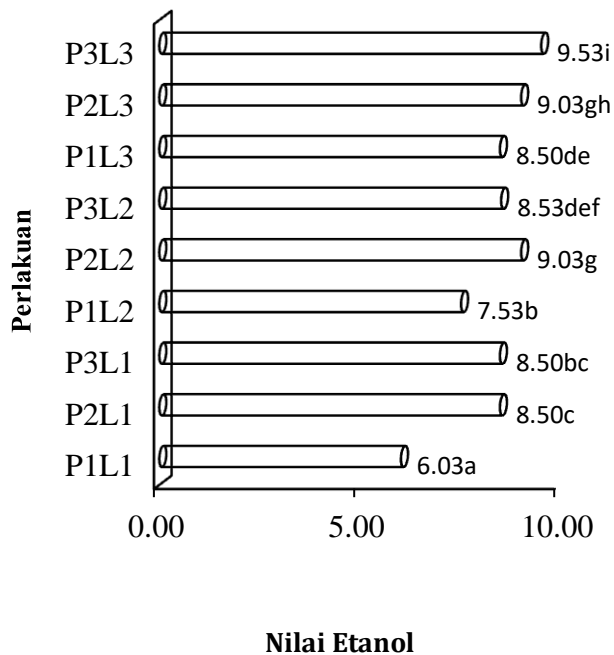
## Kadar Etanol

Makin tinggi konsentrasi etanol makin baik nilai angka oktan dan *calorific value*. Makin tinggi konsentrasi etanol, maka semakin kecil zat pengotor (impurities) dalam bioetanol. Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa interaksi antara lama fermentasi dengan dosis ragi berpengaruh sangat nyata terhadap kadar etanol dan kadar gula bioetanol, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap nilai pH dan penampakan secara visual. Dengan meningkatnya dosis ragi dan semakin lama fermentasi, maka kadar etanol dari bioetanol semakin meningkat. Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan ( $p < 0,05$ ) nilai rata-rata kadar etanol tertinggi berada pada perlakuan fermentasi 15 hari dengan dosis ragi 20/500 gram yaitu 9,53. Kurva persamaan pengaruh dosis ragi dan lama fermentasi terhadap kadar etanol dari bioetanol.

Gambar 1. Grafik Nilai Kadar Etanol



Gambar 2. Grafik Nilai Rerata Kadar Etanol



Keterangan :

P1 = Perlakuan lama fermentasi 5 hari

P2 = Perlakuan lama fermentasi 10 hari

P3 = Perlakuan lama fermentasi 15hari

L1 = Perlakuan dosis ragi 10/500 gram

L2 = Perlakuan dosis ragi 15/500 gram

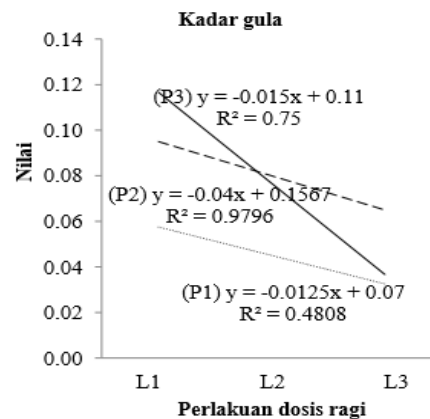
L3 = Perlakuan dosis ragi 15/500 gram

## Kadar Gula

Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa interaksi antara lama fermentasi dengan dosis ragi berpengaruh sangat nyata terhadap kadar

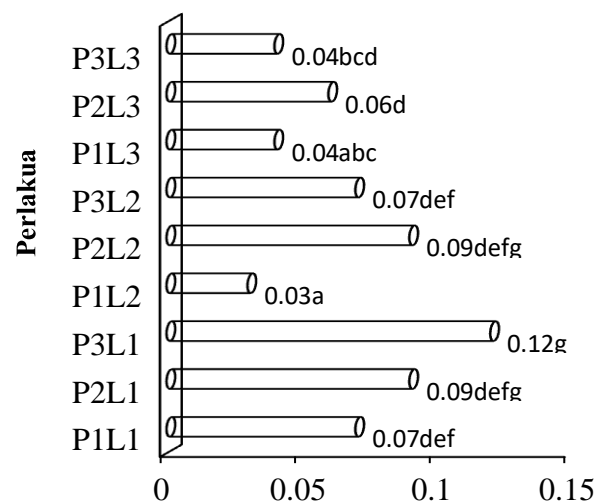
gula bioetanol. Dengan meningkatnya dosis ragi dan semakin lama fermentasi, maka kadar gula dari bioetanol semakin menurun.

Gambar 3. Grafik nilai kadar gula.



Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan ( $p < 0,05$ ) nilai rata-rata kadar gula tertinggi berada pada perlakuan fermentasi 15 hari dengan dosis ragi 10/500 gram yaitu 0,12. Peningkatan dosis ragi dengan fermentasi yang semakin lama menyebabkan penurunan kadar gula secara linier ( $p < 0,05$ ) dengan persamaan  $Y = 0,16 - 0,04X$ , koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 97%. Hal ini menunjukkan bahwa kadar gula bioetanol sebesar 97% dipengaruhi oleh dosis ragi dan fermentasi. Kurva persamaan pengaruh dosis ragi dan lama fermentasi terhadap kadar gula bioethanol. Nilai Rata -rata Kadar Gula pada berbagai perlakuan.

Gambar 4. Grafik Nilai Rerata Kadar Gula



### Nilai Kadar Gula

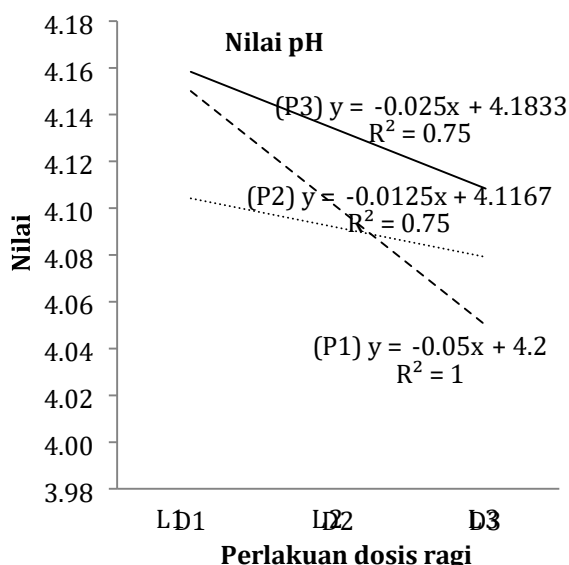
Keterangan :

P1 = Perlakuan lama fermentasi 5 hari  
P2 = Perlakuan lama fermentasi 10 hari  
P3 = Perlakuan lama fermentasi 15 hari  
L1 = Perlakuan dosis ragi 10/500 gram  
L2 = Perlakuan dosis ragi 15/500 gram  
L3 = Perlakuan dosis ragi 15/500 gram

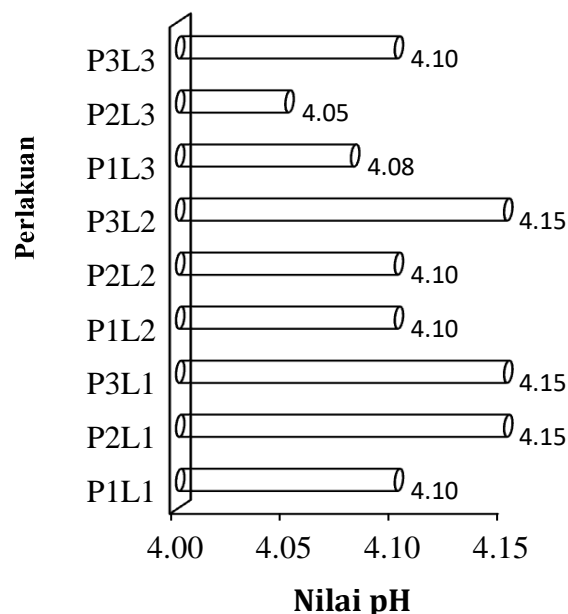
### Nilai pH

pH merupakan indikator yang baik untuk mengetahui potensial korosi bioetanol sebagai bahan bakar. Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa interaksi antara lama fermentasi dengan dosis ragi tidak berpengaruh sangat nyata terhadap nilai pH. Dengan meningkatnya dosis ragi dan semakin lama fermentasi, maka pH dari bioetanol semakin menurun. Nilai rata-rata pH tertinggi berada pada perlakuan fermentasi 10 hari dengan dosis ragi 10/500 gram dan dosis ragi 15/500 gram yaitu 4,15. Kurva pengaruh dosis ragi dan lama fermentasi terhadap pH dari bioetanol.

Gambar 5. Garafik Nilai pH.



Gambar 6. Grafik Nilai Rerata pH



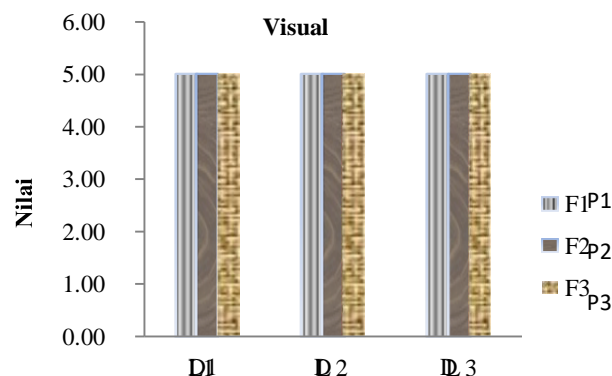
Keterangan :

P1 = Perlakuan lama fermentasi 5 hari  
P2 = Perlakuan lama fermentasi 10 hari  
P3 = Perlakuan lama fermentasi 15 hari  
L1 = Perlakuan dosis ragi 10/500 gram  
L2 = Perlakuan dosis ragi 15/500 gram  
L3 = Perlakuan dosis ragi 15/500 gram

### Uji Penampakan Visual

Kenampakan visual merupakan salah satu atribut mutu dari suatu produk yang dapat langsung dinilai dengan waktu yang relative singkat. Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa interaksi antara lama fermentasi dengan dosis ragi tidak berpengaruh nyata terhadap penampakan secara visual. Grafik nilai pengaruh dosis ragi dan lama fermentasi terhadap penampakan visual dari bioetanol disajikan pada Gambar 3.7.

Gambar 7. Grafik Nilai Penampakan Visual



### Perlakuan dosis ragi

Keterangan : 1. Warna keruh, 2. Warna agak keruh  
3. Warna agak jernih, 4. Warna jernih  
5. Warna sangat jernih

## KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan lama fermentasi memberikan pengaruh yang signifikan, dimana semakin lama perlakuan fermentasi kadar nilai kadar etanol cenderung semakin meningkat, nilai kadar gula cenderung menurun, dan nilai pH menurun. Perlakuan lama fermentasi (F) 15 hari dan perlakuan dosis ragi 20/500 gram merupakan perlakuan terbaik dengan nilai kadar etanol 9.5%, kadar gula 0.04%, pH 4.10, dan memiliki penampakan secara visual sangat jernih.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aryafatta. 2008. Mengolah Limbah Sawit Menjadi Bioetanol. <http://www.aryafatta.com/2008/06/01/mengolah-limbah-sawit-jadi-bioetanol/>. [12 Januari 2009]
- Darnoko, 1992. Potensi Pemanfaatan Limbah Lignoselulosa Kelapa Sawit Melalui Biokonversi. *Berita Penelitian Perkebunan*, 2 (2): 85 – 87.
- Kurniati, E. 2008. Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Arang Aktif. *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik* 8 (2) : 96-103.
- Manik, F.S. 2010. *Pemanfaatan Spent Bleaching Earth dari Proses Pemucatan CPO Sebagai Bahan Baku Briket*. ITB. Bogor.
- Margono, T., D. Suryati. Dan S. Hartinah. 1993. Buku Panduan Pangan. Pusat Informasi Wanita dalam Pembangunan PDII-LIPI Bekerjasama dengan Swiss Development Cooperation.
- Mujdalipah, S. dan E. Hambali. 2008. *Teknologi Bioenergi, Biodiesel, Bioetanol, Biogas, Pure Plant Oil, Biobriket Dan Bio-oil*. Agro Media Pustaka, Jakarta.
- Mulia, A. 2007. Pemanfaatan Tandan Kosong Dan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Briket Arang. *Tesis. Sekolah Pasca Sarjana, Universitas Sumatera Utara, Medan*. (Tidak dipublikasikan).
- Naibaho, P. 1998. *Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Universitas Medan, Medan*.
- Onu, F., Sudrajat., dan M.D. Rahman. 2010. Pengukuran Nilai Kalor Bahan Bakar Briket Arang Kombinasi Cangkang Pala (*Miristica fragon houtt L.*) dan Limbah Sawit (*Elaeis guenensis L.*). *Seminar Nasional Teknik Mesin. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*.
- Prihandana, R, et al. 2006. Bioetanol Ubi Kayu: Bahan Bakar Masa Depan. IPB Press, Bogor.
- Soerawidjaja. 2006. *Budidaya Tanaman Kelapa Sawit*. Kanisius, Yogyakarta.
- Sugiyono, A. dan S. Boedoyo. 2009. Optimasi Suplai Energi Dalam Memenuhi Kebutuhan Tenaga Listrik Jangka Panjang di Indonesia. *Kolokium Nasional Program Doktor*. (Tidak dipublikasikan).
- Wijayanti, D.S. 2009. Karakteristik Briket Arang dari Serbuk Gergaji dengan Penambahan Arang Cangkang Kelapa Sawit. *Jurnal Media Teknik* 4 (32) : 38-47.
- Winarno, F. G. 1990. Kimia Pangan. Gramedia. Jakarta.
- Yulistiani, F. 2009. Kajian Tekno Ekonomi Pabrik Konversi Biomassa Menjadi Bahan Bakar Fischer-Tropsch Melalui Proses Gasifikasi. *Jurnal Teknik Pertanian* 2 (5) : 58-71.
- Zamaluddin, A., R. Hidayat. dan R. Rudyanti. 2009. Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi Bioetanol Sebagai Bahan Bakar Masa Depan Yang Ramah Lingkungan, *Skripsi, Fakultas MIPA, Institut Pertanian Bogor, Bogor*. (Tidak dipublikasikan).